

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭58—728

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>  
G 01 J 3/46  
G 01 N 21/87

識別記号

庁内整理番号

7172—2G

6539—2G

④ 公開 昭和58年(1983)1月5日

発明の数 2

審査請求 未請求

(全 7 頁)

⑭ ダイヤモンドカラー測定装置

地株式会社島津製作所三条工場  
内

⑮ 特 願 昭56—99228

⑯ 出 願 人 株式会社島津製作所

⑰ 出 願 昭56(1981)6月25日

京都市中京区河原町通二条下ル

⑱ 発 明 者 岡崎信雄

一ノ船入町378番地

京都市中京区西ノ京桑原町1番

⑲ 代 理 人 弁理士 野河信太郎

明 細 書

1. 発明の名称

ダイヤモンドカラー測定装置

2. 特許請求の範囲

1. 光源部、その光源部からの測定光をブリリアントカット・ダイヤモンドのテーブル面側よりダイヤモンド内に入射させるためにダイヤモンドをパビリオン側で保持するホルダ部、ダイヤモンドの内部を経て再びテーブル面側に射出した測定光を検知する受光部、前記光源部または受光部の少なくとも一方に含まれる分光器などを制御してダイヤモンドの分光透過スペクトルを得る測定部およびその分光透過スペクトルから色の三刺激値 $X$ 、 $Y$ 、 $Z$ を得る演算部を具備してなるダイヤモンドカラー測定装置。

2. 光源部、ブリリアントカット・ダイヤモンドのテーブル中心とキューレットとを通る回転軸を中心にダイヤモンドを回転させつつ前記光源部からの測定光をダイヤモンドのテーブル面側よ

りダイヤモンド内に入射させるためにダイヤモンドをパビリオン側で保持する回転式ホルダ部、ダイヤモンドの内部を経て再びテーブル面側に射出した測定光を検知する受光部、前記光源部または受光部の少なくとも一方に含まれる分光器などを制御してダイヤモンドの分光透過スペクトルを得る測定部およびその分光透過スペクトルから色の三刺激値 $X$ 、 $Y$ 、 $Z$ を得る演算部を具備してなるダイヤモンドカラー測定装置。

3. 光源部が光源ランプおよび分光器からなり、単色光を直接にダイヤモンドに入射し、受光部が積分球および受光器からなり、ダイヤモンドから射出した光を積分球内面を介して間接に検知するものである請求の範囲第2項記載の装置。

4. 光源部が光源ランプおよび分光手段および積分球からなり、単色光を積分球内面を介して間接にダイヤモンドに入射し、受光部が受光器からなり、ダイヤモンドから射出した光を直接に検知するものである請求の範囲第2項記載の装置。

5. 光源部が光源ランプからなり、白色光を直接にダイヤモンドに入射し、受光部が積分球および分光器および受光器からなり、ダイヤモンドから出射した光を積分球内面を介して間接に、かつ分光器により単色光として検知するものである請求の範囲第2項記載の装置。

6. 光源部が光源ランプおよび積分球からなり、白色光を積分球内面を介して間接にダイヤモンドに入射し、受光部が分光器および受光器からなり、ダイヤモンドから出射した光を直接に、かつ分光器により単色光として検知するものである請求の範囲第2項記載の装置。

### 8. 発明の詳細な説明

この発明は、ダイヤモンドカラー測定装置に関し、ダイヤモンドの分光透過スペクトルを測定し、その分光透過スペクトルから色の三刺激値 $X$ 、 $Y$ 、 $Z$ を得、これに基づきダイヤモンドのカラーグレードを評価する装置に関する。

ダイヤモンドの品質は、(I)カラー、(II)クラリティ

クラウン面から出射してくる散乱反射光を測定すれば、その分光透過スペクトルを知りうるものと、

(b) その分光透過スペクトルから色の三刺激値 $X$ 、 $Y$ 、 $Z$ を算出し、これに基づき色度図上の位置を求めれば、その位置と従来の官能判定法による評価の間に相関があること、

を見出し、またさらに、

(c) 分光透過スペクトルの測定の際に、ブリリアントカット・ダイヤモンドのテーブル中心とキューレットとを通る回転軸を中心にダイヤモンドを回転させながら測定を行えば、ダイヤモンドを固定して測定した場合に比べて、測定精度が向上すること、

を見出し、その結果、ダイヤモンドカラーを客観的に評価するための有力な手段を提供することの発明を成したものである。

すなわち、この発明は、光源部、その光源部からの測定光をブリリアントカット・ダイヤモンドのテーブル面側よりダイヤモンド内に入射させる

イ、(II)カラット、(M)カットの4Cにより評価される。このうち(I)のカラーは、無色から淡い黄色にいたる黄色度を人の肉眼により細かく分類し評価する官能判定が従来もつばら行われている。

しかし、官能判定では、いかに観察者が熟練していてもその客観性に問題があり、事実、観察者の主観により評価が異なることも稀ではない。他方、ダイヤモンドは今や大衆商品として流通しつつあり、着実に市場を拡大していることから、観察者の主観に依らず合理的にダイヤモンドのカラー測定が行える何らかの手段の出現が望まれている。

この発明者は、このような状況に鑑みて鋭意研究を行い、

(a) 通常の分光透過スペクトルの測定法では超多面体にカットされたダイヤモンドの分光透過スペクトルを測定することは困難だが、ブリリアントカットのダイヤモンドの場合、そのテーブル面およびクラウン面に測定光を入射し、ダイヤモンド内で多重反射されてテーブル面および

ためにダイヤモンドをバビリオン側で保持するホルダ部、ダイヤモンドの内部を経て再びテーブル面側に射出した測定光を検知する受光部、前記光源部または受光部の少なくとも一方に含まれる分光器などを制御してダイヤモンドの分光透過スペクトルを得る測定部およびその分光透過スペクトルから色の三刺激値 $X$ 、 $Y$ 、 $Z$ を得る演算部を具備してなるダイヤモンドカラー測定装置を提供し、さらに、光源部、ブリリアントカット・ダイヤモンドのテーブル中心とキューレットとを通る回転軸を中心にダイヤモンドを回転させつつ前記光源部からの測定光をダイヤモンドのテーブル面側よりダイヤモンド内に入射させるためにダイヤモンドをバビリオン側で保持する回転式ホルダ部、ダイヤモンドの内部を経て再びテーブル面側に射出した測定光を検知する受光部、前記光源部または受光部の少なくとも一方に含まれる分光器などを制御してダイヤモンドの分光透過スペクトルを得る測定部およびその分光透過スペクトルから色の三刺激値 $X$ 、 $Y$ 、 $Z$ を得る演算部を具備してなるダ

ダイヤモンドカラー測定装置を提供する。

以下、図に示す実施例に基づいて、この発明を詳説する。

第1図に示す(1)は、この発明のダイヤモンドカラー測定装置の一実施例である。

光源部(2)は、ヘロゲン光源ランプ(3)およびプリズム分光器(4)からなり、単色光(5)を直接にブリリアントカット・ダイヤモンド(6)のテーブル面側全体に照射する。照射角度は、テーブル面に略垂直(90°〜80°)である。

ダイヤモンド(6)は、第1図および第2図に示されているように、セラミック製白板を加工してバビリオン(7)と適合する円錐状凹部(8)を設けたホルム(9)のその凹部(8)に保持されている。(6)はブリリアントカット・ダイヤモンドのテーブル面である。

ホルム(9)は、ビニオン・ラック機構の移動台(10)上に標準白板(11)と共に固設されている。

受光部(12)は、直径約200mmの積分球(13)およびフォトマル受光器(14)からなり、ダイヤモンド(6)内を経て再度テーブル面側に出射した光(5)を積分球

内面(15)を介して積分検知する。

測定部(16)は、プリズム分光器(14)を制御して単色光(5)の波長を約880〜780nmの間で変化させ、そのときの受光部(12)からの検知データによりダイヤモンド(6)の分光透過スペクトルを得る。また、移動台(10)を制御してダイヤモンド(6)の代りに標準白板(11)を測定し、データの校正を行う。

演算部(17)は、測定部(16)で得た分光透過スペクトルから色の三刺激値X、Y、Zを得るもので、基本的には次の演算を行うものである。

$$X = K \int \rho(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda \quad \cdots \cdots (I)$$

$$Y = K \int \rho(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda \quad \cdots \cdots (II)$$

$$Z = K \int \rho(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda \quad \cdots \cdots (III)$$

ただし、 $\rho(\lambda)$  : 分光透過スペクトル

$\bar{x}(\lambda)$ ,  $\bar{y}(\lambda)$ ,  $\bar{z}(\lambda)$  : 等色関数

KはYを測光量に等しくするための定数

演算部(17)で得られる上記X、Y、Zの値と予め評価値が既知のダイヤモンドを測定して得られるカラーグレード表とを対照すれば、そのダイヤモンドのカラーグレードをただちに客観的に知る

ことができるが、この実施例の装置(1)では、より簡便にカラーグレードが認知できるように、さらに演算部(17)が次の処理を行う。

すなわち演算部(17)は、上記X、Y、Zから色度座標x、yをまず算出する。

$$x = X / (X + Y + Z) \quad \cdots \cdots (IV)$$

$$y = Y / (X + Y + Z) \quad \cdots \cdots (V)$$

次にこのx、yの座標をプロッター(18)に出力して、プロッター(18)にセットされている第8図に示すときチャート用紙上に座標点を記入する。

これにより、オペレータは例えば第4図に示すときチャートを得るが、座標点(19)が"G"エリアに近い"H"エリアに記入されているので、このダイヤモンドのカラーグレードが"G"グレードに近い"H"グレードであることをただちに知りうる。

なお、第8図のチャート用紙は、G.I.A. (Gemological Institute of America) 方式の評価値が既知のダイヤモンドを多数この装置(1)で測定し、得られた座標点を色度図上に多数

プロットすることにより経験的に作成したスケール(第8図破線部分)を、色度図の一部を取り出して描いた座標(第8図実線)上に重ねて描いたものであるので、評価値はG.I.A. 方式のカラーグレードである。

その他のカラーグレードの評価方式として、C.I.B.J.O. (International Confederation of Jewelry, Silverware, Diamonds, Pearls and Stones) 方式等があるが、上記と同様にしてスケールを作成してそれを透明板に目盛つてテンプレートにしておけば、そのテンプレートを第4図に重ねることにより容易に他の方式でのカラーグレードを知ることでもでき、便利である。

第5図に示す(2)は、この発明のダイヤモンドカラー測定装置の他の実施例を示すものである。

光源部(2)は、キセノン光源ランプ(21)および積分球(22)からなり、積分球内面(23)を介して間接に白色散乱光(24)をブリリアントカット・ダイヤモンド(25)のテーブル面側に照射し、また標準白板(26)に照

射する。

ダイヤモンド4は、前記実施例と同様のホルダ6に保持されている。

ホルダ6に保持されたダイヤモンド4のテーブル面側から出射する光4および標準白色板4から反射する光4は、それぞれミラー8で反射され、セクターミラー8を経て受光部9に検知される。

受光部9は、回折格子分光器10およびフォトマル受光器11からなり、入射する白色光4の波長を選択して単色光4に変換し検知する。

測定部12は、回折格子分光器10を制御して検知波長を約880nm〜780nmの間で変化させるとともにセクターミラー8を制御してダイヤモンド4と標準白色板4を切換え、ダイヤモンド4の分光透過スペクトルを得る。

演算部13は、前記実施例の演算部13と同様のものであり、測定部12で得た分光透過スペクトルから色の三刺激値X、Y、Zを得る。また色度座標x、yを算出して、前記実施例と同様のプロッタ14に出力する。

にセクターミラーにより光学的に置換する方式のいずれかを任意に選択することができる。

次に、この発明の実施例として、ホルダ部が回転式ホルダ部であるものを示す。

第6図に示す図は、その回転式ホルダ部の一構成例であつて、モーター15により回転駆動される回転台16の前面に、前記実施例で説明したホルダ6と同様のホルダ7が装着されて基本的に構成されている。7は回転軸であり、ダイヤモンド4を保持したとき、そのダイヤモンド4のテーブル17の中心とキュレット18とを通る軸である。

また、この回転式ホルダ部は真空吸引によりダイヤモンドを保持する吸引式である。すなわち、ホルダ7の前面に設けた円錐状凹部19の底部から後面に向けて吸引孔20が穿設されており、その吸引孔20は回転台16の内部に設けられた空間21に連通している。回転台16の胴部(51a)のまわりには円環状の固定リング22が周着され、その固定リング22の内面には内周面に沿つて凹溝(53a)が設けられているので、胴部(51a)の周囲にリング状空間

従つて、この装置4でも第4図のごときチャートが得られ、ただちにそのダイヤモンド4のカラーグレードを知ることができる。

なお、この装置11では、ダイヤモンド4に白色光が照射されるので、波長850nm付近の紫外光も照射され、ダイヤモンド4がけい光性をもつていれば、そのけい光性の加味された分光透過スペクトルが得られる。ちなみに全ダイヤモンドの1%程度がけい光性を有すると言われている。

上記実施例の装置11および装置12の各構成要素を用いて、次の4つの変形実施例が可能である。

- (i) 装置12において、光源ランプ12に代えて装置11の光源部22を用いる構成、
- (ii) 上記(i)の構成より分光器12を省いた構成、
- (iii) 装置11において、受光器11の直前にも新たに分光器を配置する構成、
- (iv) 上記(i)の構成より分光器12を省いた構成、

また、ダイヤモンドの測定と標準白色板の測定の切換えは、装置11のようにダイヤモンドと標準白色板を機械的に置換する方式又は装置12のよう

に形成されている。このリング状空間22は、前記回転台内部空間21と流通孔23を介して連通しており、また真空ポンプ24によつて空気を吸引されている。そこで吸引孔20、空間21、流通孔23、空間22は負圧になつており、ダイヤモンド4が吸引され保持されることになる。

この回転式ホルダ部12を用いて構成されるダイヤモンドカラー測定装置の回転式ホルダ部12以外の要素並びに構成は、前述の実施例の装置11およびその変形実施例の各要素並びに構成と同様である。そこで説明は省略する。

さて、この回転式ホルダ部を用いたダイヤモンドカラー測定装置によつて、プリリアントカット・ダイヤモンド4のテーブル17の中心とキュレット18とを通る回転軸を中心にダイヤモンド4を回転させながら測定を行うと、得られる分光透過スペクトルのバラツキが少なくなつて測定精度が向上する。

比較のため、ダイヤモンド4を固定したまま測定した分光透過スペクトルを第7図の(a)および(b)

に示し、毎分1000回転で回転させて測定した分光透過スペクトルを回に示す。このように固定したままであると、ダイヤモンド(4)の向きによつて測定値が幾分異なり、(a)に相当する最小値を与える向きと、(b)に相当する最大値を与える向きとがある。これに対し、回転させた場合の測定値は平均的なものとなる。

ダイヤモンド(4)を固定した場合に向きによつて測定値が異なる理由は、ダイヤモンド(4)が完全な対称体ではなく、また積分球も完全な球体ではないためと考えられる。

固定式の場合であつても、向きをいろいろ変えて測定して平均化すれば回転式と同じ結果が得られるので、装置の構造の複雑さの上からは固定式が良く、測定時間を短縮する上からは回転式が望ましい。

以上のように、この発明のダイヤモンドカラー測定装置は、ブリリアントカットのダイヤモンドのカラーを客観的に測定し、その測定値を従来広

く使用されているカラーグレード値に簡便かつ容易に変換可能な形態で出力することができ、極めて実用的価値が高い。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明のダイヤモンドカラー測定装置の一実施例の構成説明図、第2図は第1図に示す装置のホルダ部分の断面説明図、第3図は第1図に示す装置において使用されるチャート用紙の図、第4図は第1図に示す装置で得られるチャートの一例の図、第5図はこの発明の装置の他の実施例の構成説明図、第6図は回転式ホルダ部の一構成例を示す断面説明図、第7図はダイヤモンドを固定して測定した分光透過スペクトルと回転しながら測定した分光透過スペクトルの比較図である。

(1)(2)…ダイヤモンドカラー測定装置、

(2)(2)…光源部、

(3)(3)…光源ランプ、

(4)(4)…分光器、

(6)(6)…ホルダ、

(13)(13)…受光部、

(12)(12)…積分球、

(13)(13)…受光部、 (14)(14)…積分球内面、

(15)(15)…測定部、 (16)(16)…演算部、

(17)…回転式ホルダ部、

(18)…回転台、 (19)…ホルダ、

(20)…円錐状凹部、 (21)…吸引孔、

(22)…回転軸、 (23)…ダイヤモンド、

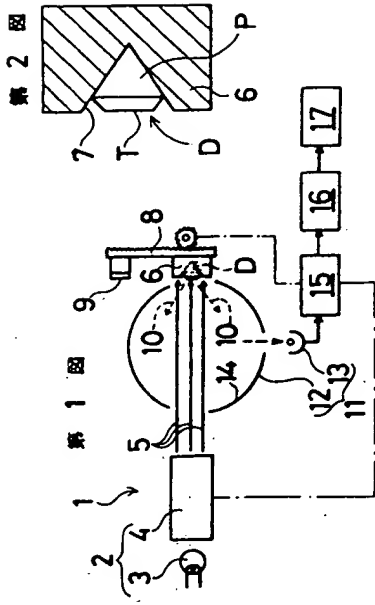
(24)…テーブル面、 (25)…パビリオン、

(26)…キュレット、 (27)…モーター、

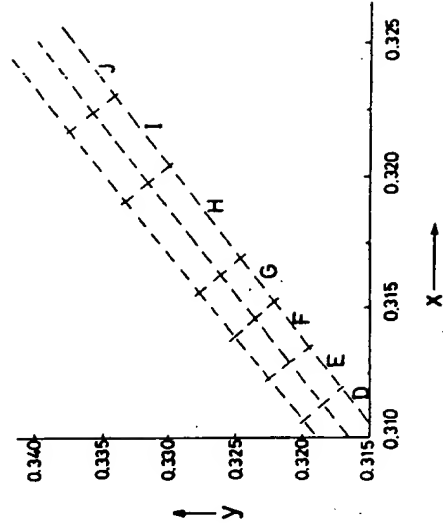
(28)…真空ポンプ。

特許出願人 株式会社島津製作所

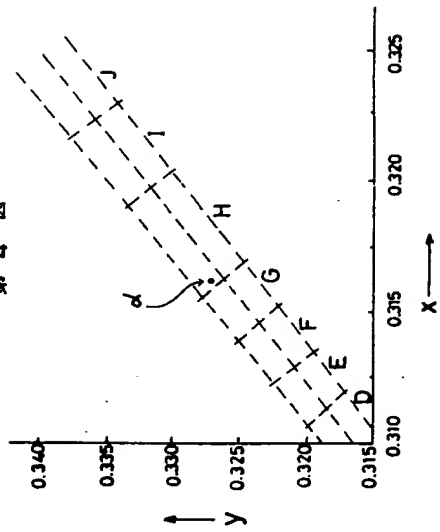
代理人 弁理士 野 河 信 太 郎



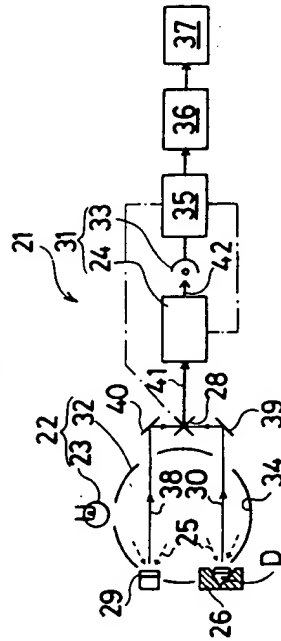
第 3 圖



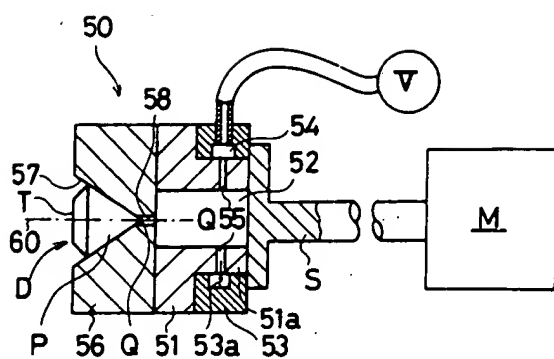
第 4 圖



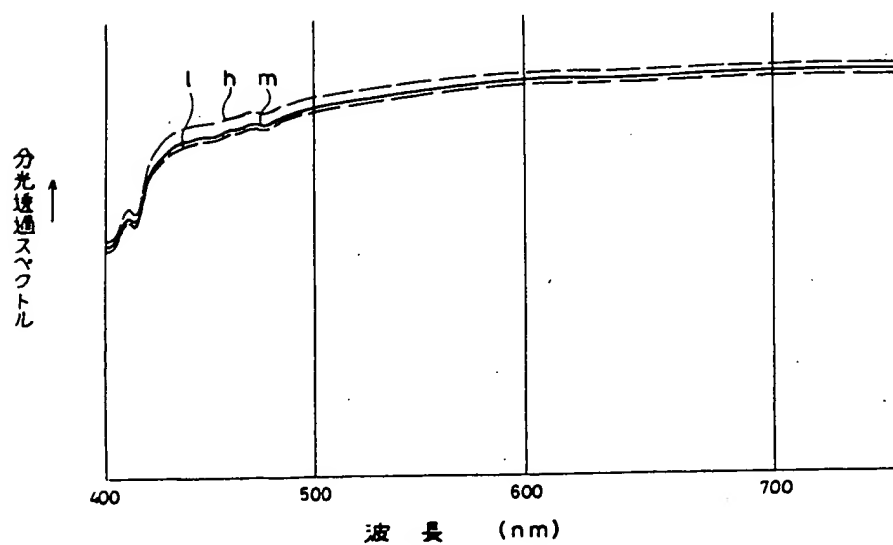
第 5 圖



第 6 図



第 7 図



(19) Japanese Patent Office (A)  
(12) Official Gazette for Kokai Patent Applications (A)  
(11) Japanese Patent Application Kokai Publication No. S58-728  
(43) Kokai Publication Date January 5, 1983

(51) Int. Cl. <sup>3</sup>	Identification Symbol	JPO File Number
G 01 J 3/46		7172-2G
G 01 N 21/87		6539-2G

Number of Inventions 2  
Request for Examination Not submitted  
(Total of 7 pages in the original Japanese)

(54) Diamond color measurement device

(21) Application Filing Number	S56-99228
(22) Application Filing Date	June 25, 1981
(72) Inventor Nobuo Okazaki	Within the Shimadzu Corporation, Sanjo Factory, 1 Banchi, Nishinokyo Kuwabara-cho, Nakagyo-ku, Kyoto City
(71) Applicant Shimadzu Corporation	378 Banchi, Ichinofunaire-cho, Kawaramachi Dori Nijosagaru, Kyoto City
(74) Agent Patent Attorney	Nobutaro Nokawa

## Specification

### 1. Title of the Invention

Diamond color measurement device

### 2. Claims

1. A diamond color measurement device formed endowed with a light source part; a holder part that holds a diamond by the pavilion side so that the measuring light from that light source is irradiated into the diamond from the table surface side of a brilliant cut diamond, a light receiving part that detects the measuring light that radiates out to the table surface side again passing through the inside of the diamond, a measuring part that controls a spectroscope, etc., contained in at least one of the above-mentioned light measuring part or light receiving part and obtains the spectral transmission spectrum of a diamond, as well as a computing part that obtains the tristimulus values X, Y, Z of color from that spectral transmission spectrum.

2. A diamond color measurement device formed endowed with a rotary type holder part that holds a diamond by the pavilion side to irradiate into a diamond from the table surface side of a diamond a measuring light from the above-mentioned light source part while causing the diamond to rotate centered on a rotation axis passing through the



culet and the center of the table of a brilliant cut diamond; a light receiving part that detects the measuring light irradiated out to the table surface side again passing through the inside of the diamond; a measuring part that controls a spectroscope, etc., contained in at least one of the above-mentioned light measuring part or light receiving part and obtains the spectral transmission spectrum of a diamond, as well as a computing part that obtains the tristimulus values X, Y, Z of color from that spectral transmission spectrum.

3. The device mentioned in Claim 2 above that is one in which the light source part is composed of a light source lamp and a spectroscope, which irradiates monochromatic light directly into a diamond, and in which the light receiving part is composed of an integrating sphere and a light receiving device, and the light irradiated from the diamond is indirectly detected via the inside surface of the integrating sphere.

4. The device mentioned in Claim 2 that is one in which the light source part is composed of a light source lamp and a spectral diffraction means and an integrating sphere, which indirectly irradiates monochromatic light to a diamond via the inside surface of the integrating sphere, and a light receiving part composed of a light receiving device, and which directly detects the light irradiated out from the diamond.

5. The device mentioned in Claim 2 that is one in which the light source is composed of a light source lamp, white light is directly irradiated to the diamond, and the light receiving part is composed of an integrating sphere and a spectroscope and a light receiving device, and the light that is irradiated out from the diamond is detected as monochromatic light directly, and by means of the spectroscope, via the inside surface of the integrating sphere.

6. The device mentioned in Claim 2 that is one in which the light source part is composed of a light source lamp and an integrating sphere, white light is indirectly irradiated to the diamond via the inside surface of the integrating sphere, and the light receiving part is composed of a spectroscope and a light receiving device, and the light irradiating out from the diamond is directly, and by means of the spectroscope, detected as monochromatic light.

### 3. Detailed Description of the Invention

This invention concerns a diamond color measurement device, and concerns a device that measures the spectral transmission spectrum of a diamond, and from that spectral transmission spectrum obtains the tristimulus values X, Y, Z of color, and evaluates the color grade of a diamond based on them.

The quality of a diamond is evaluated by the 4 C's of (I) color, (II) clarity, (III) carat, and (IV) cut. Among these, as for the color of (I), sensory judgement that finely classifies and evaluates, by means of a person's naked eye, the degree of yellow from colorless to light yellow has been carried out exclusively up to now.

However, with sensory judgement, no matter how expert the observer is, there is a problem in its objectivity, and the fact is it is not uncommon that an evaluation differs depending on the subjectivity of the observer. On the other hand, now diamonds are beginning to circulate as a mass commodity, and, because the market is steadily expanding, the emergence of some kind of means by which diamond color measurement can be carried out rationally and without being dependent on the subjectivity of an observer is desirable.

This inventor, has carried out earnest research taking into consideration this kind of situation, and has discovered that

(a) in normal spectral transmission spectrum measurement methods measuring the spectral transmission spectrum of a diamond that has been cut in a hyperpolyhedron is difficult, but, in the case of a brilliant cut diamond, if measuring light is irradiated to its table surface and crown surface, and the dispersed reflected light that radiates out from the table surface and crown surface that has been reflected multiple times inside the diamond is measured, its spectral transmission spectrum can be known, and

(b) that, if the color tristimulus values X, Y, Z are calculated from that spectral transmission spectrum, and the position on the coloration chart is found based on this, there is a correlation between that position and the evaluation based on the former sensory judgment method, and furthermore, discovered

(c) that, at the time of the measurement of the spectral transmission spectrum, if measurement is carried out while the diamond is rotated centering on the axis of rotation that passes through the center of the table of a brilliant cut diamond and the culet, measurement accuracy improves compared to the case that measured with the diamond fixed,

and, as a result of that, is one who formed this invention to offer an effective means to objectively evaluate diamond color.

That is, this invention offers a diamond color measurement device endowed with a light source part, a holder part that holds a diamond by the pavilion side so that the measuring light from that light source part can be irradiated to the inside of the diamond from the table surface side of a brilliant cut diamond, a light receiving part that detects the measuring light that has passed through the inside of the diamond and irradiated out at the table surface side again, and a measuring part that controls a spectroscope, etc., contained in at least one of the above-mentioned light source part or the light receiving part and obtains the spectral transmission spectrum of the diamond and a computing part that obtains the color tristimulus values X, Y, Z from that spectral transmission spectrum, and moreover, offers a diamond color measurement device endowed with a light source part, a rotary type holder part that holds a diamond by the pavilion side in order to irradiate the measuring light from the above-mentioned light source into the diamond from the table surface side of the diamond part while rotating the diamond centering on the axis of rotation that passes through the center of the table and the culet of a brilliant cut diamond, a light receiving part that detects the measuring light that passed through the inside of the diamond and irradiated out at the table surface side again, a measuring part that controls a spectroscope, etc., contained in at least one of the above-mentioned light source part or

light receiving part and obtains the spectral transmission spectrum of the diamond as well as a computing part that obtains the color tristimulus values X, Y, Z from that spectral transmission spectrum.

Below, this invention is explained in detail based on the embodiment set forth in the drawing.

(1) set forth in FIG. 1 is one embodiment of the diamond color measurement device of this invention.

The light source part (2) is composed of a halogen light source lamp (3) and a prism spectroscope (4) and directly irradiates a monochromatic light (5) to the entire table surface side of a brilliant cut diamond (D). The irradiation angle is almost perpendicular ( $90^\circ \sim 80^\circ$ ) to the table surface.

As for the diamond (D), as shown in FIG. 1 and FIG. 2, a ceramic white board is processed and the diamond is held in the depression part (7) of a holder (6) that provided a conical shaped depression part (7) that conforms to the pavilion (P). (T) is the table surface of a brilliant cut diamond.

The holder (6) is provided in a fixed condition together with a standard white board (9) on a movable stand (8) of a rack and pinion mechanism.

The light receiving part (11) is composed of an integrating sphere approximately 200 [illegible] in diameter (12) as well as a photomultiplier light receiving device (13) and the light (10) that passed through the inside of the diamond (D) and irradiated out to the table surface side again is integrated and detected via the inside surface (14) of the integrating sphere.

The measuring part (15) controls the prism spectroscope (4) and causes the wavelength of monochromatic light (5) to vary between approximately 380 ~ 780 nm, and obtains the spectral transmission spectrum of the diamond (D) by means of the data detected from the light receiving part (11) at this time. Further, it controls the movable stand (8) and measures the standard white plate (9) instead of the diamond (D) and carries out calibration of the data.

The computing part (16) obtains the color tristimulus values X, Y, Z from the spectral transmission spectrum obtained by the measuring part (15) and, basically, carries out the following calculations.

$$X = K \int \varphi(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda \quad (I)$$

$$Y = K \int \varphi(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda \quad (II)$$

$$Z = K \int \varphi(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda \quad (III)$$

Here,  $\varphi(\lambda)$ : spectral transmission spectrum

$\bar{x}(\lambda)$ ,  $\bar{y}(\lambda)$ ,  $\bar{z}(\lambda)$ : isochromatic function

K is a constant in order to make Y equivalent to the measurement amount

If values previously evaluated with the above-mentioned X, Y, Z values obtained by the computing part (16) are compared with a color grade table obtained measuring an already known diamond, the color grade of that diamond (D) can immediately be objectively known, but in the device (1) of this embodiment, so that the color grade can be more easily recognized, the computing part (16) further carries out the following processing.

That is, the computing part (16) computes to make the color coordinates x, y from the above-mentioned X, Y, Z.

$$x = X/X + Y + Z \quad (IV)$$

$$y = Y/X + Y + Z \quad (V)$$

Next, this x, y coordinate is output to a plotter (17) and the coordinate point is entered on the chart form as shown in FIG. 3 set in the plotter (17).

By means of this the operator can obtain the chart as shown in FIG. 4, for example, but since the coordinate point (a') has been entered in the "H" area near the "G" area, the fact that the color grade of this diamond is grade "H" near grade "G" can be immediately known.

Now, since the chart form of FIG. 3 is something which repeatedly drew a scale (broken line part of FIG. 3), empirically prepared by measuring many times with this device (1) a diamond for which the evaluation value of the system of the Gemological Institute of America (G.I.A.) was already known and plotting on a color chart many of the coordinates obtained, on coordinates (FIG. 3 solid line) that extracted and drew part of the color chart, the evaluation values are the color grades of the G.I.A. system.

As another color grade evaluation system, there is the C. I. B. J. O. (International Confederation of Jewelry, Silverware, Diamonds, Pearls and Stones) system, but if a scale is prepared in the same way as mentioned above and it is marked on a transparent plate and made a template, by putting that template on FIG. 4 the color grade of another system can be easily known and it is convenient.

(21) shown in FIG. 5 is another embodiment of the diamond color measurement device of this invention.

The light source part (22) is composed of a Canon light source lamp (23) and an integrating sphere (32), and via the inside surface (34) of the integrating sphere white dispersed light (25) is indirectly irradiated to the table surface side of a brilliant cut diamond (D), and irradiated on a standard white plate (29).

The diamond (D) is held in the same kind of holder (26) as that of the above-mentioned embodiment.

The light (30) irradiated out from the table surface side of the diamond (D) held in the holder (26) as well as the light (38) reflected from the standard white plate (29) are respectively reflected by mirrors (39) (40), pass through the sector mirror (28) and are detected in the light receiving part (31).

The light receiving part (31), composed of the grating spectrograph (24) and the photomultiplier light receiving device (33), selects the wavelength of the white light (41) that irradiates in, converts it to monochromatic light (42) and detects.

The measuring part (35) controls the grating spectrograph (24), changes the detected wavelength between about 380 nm ~ 780 nm and in addition controls the sector mirror (28) and switches the diamond (D) and standard white plate (29) and obtains the spectral transmission spectrum of the diamond (D).

The computing part (36) is the same type of item as the computing part (16) of the above-mentioned embodiment and obtains the color tristimulus values X, Y, Z from the spectral transmission spectrum obtained by the measuring part (35). Further, it computes the color coordinates x, y, and outputs to the same kind of plotter (37) as that of the above-mentioned embodiment.

Consequently, in this device (21) also a chart the same as that of FIG. 4 is obtained, and the color grade of that diamond (D) can be known immediately.

Now, in this device (1), since white light is irradiated to the diamond (D), ultraviolet light in the vicinity of a wavelength of 350 nm also is irradiated, and if the diamond (D) has fluorescence, a spectral transmission spectrum tinged with that fluorescence is obtained. Incidentally, it is said that about 1% of all diamonds have fluorescence.

Using each constituent element of device (1) and device (21) of the above-mentioned embodiments the following four modified embodiments are possible.

- (a) In device (21), a configuration that uses the light source part (2) of device (1) in place of the light source lamp (23),
- (b) a configuration that omits the spectrograph (24) from the constitution of the above-mentioned (a),
- (c) in device (1), a configuration that newly positions a spectrograph also immediately before the light receiving device (13),
- (d) a configuration that omits the spectrograph (4) from the configuration of the above-mentioned (a),

and, for the switching of the measurement of the diamond and the measurement of the standard white plate, either the system that mechanically replaces the diamond with the

standard white plate as in device (1), or the system that optically replaces by means of a sector mirror as in device (21) can be arbitrarily selected.

Next, as an embodiment of this invention, one in which the holder part is a rotary type holder is set forth.

(50) set forth in FIG. 6 is an example of one configuration of that rotary type holder part, and is, basically, configured with a holder (56) of the same type as that of the holder (6) (26) explained in the above-mentioned embodiments installed on the front surface of a rotating stand (51) rotated by a motor (M). (60) is the rotation axis, and when a diamond (D) is held, it is the axis that passes through the center of the table (T) and the culet (Q) of that diamond (D).

Further, this rotary type holder part (50) is a suction type that holds a diamond by vacuum suction. That is, a suction hole (58) is made in the direction of the back surface from the bottom part of the conical shaped depression (57) provided in the front surface of the holder (56), and that suction hole (58) is linked to the vacuum (52) provided in the inner part of the rotating stand (51). A ring shaped fixed ring (53) is mounted around the body (51a) of the rotating stand (51), and since a groove (53a) along the inner circumference surface is provided in the inside surface of that fixed ring (53), a ring shaped space (54) is formed on the periphery of the body (51a). This ring shaped space (54) is linked to the above-mentioned internal space (52) of the rotating stand via a circulation hole (55)..., and air is suctioned by means of a vacuum pump (V). Accordingly, the suction hole (58), space (52), circulation hole (55) and space (54) form negative pressure, and the diamond (D) is suctioned and held.

The elements and configuration other than the rotary type holder part (50) of the diamond color measurement device formed using this rotary type holder part (50) are the same as each element and configuration of the device (1) (21) of the embodiments mentioned above as well as the modified embodiments thereof. Accordingly, the explanation has been omitted.

Now then, when measurement is carried out while rotating a diamond (D) centered on the rotation axis that passes through the center of the table (T) and the culet (Q) of a brilliant cut diamond (D) by means of a diamond color measurement device that uses this rotary type holder part, the dispersion of the spectral transmission spectrum obtained is reduced and the measurement accuracy improves.

For the purpose of comparison, the spectral transmission spectrum measured with the diamond (D) fixed and unchanged is shown in (l) and (h) of FIG. 7, and the spectral transmission spectrum measured with a diamond (D) rotated 1000 times a minute is shown in (m). When fixed and unchanged in this way, the measurement value differs somewhat depending on the direction of the diamond (D), and there is the direction that gives the minimum value that corresponds to (l), and the direction that gives the maximum value

that corresponds to (h). In contrast to this, the measurement value when rotated amounts to one that is an average.

The reason why the measurement value differs depending on the direction in the case in which the diamond (D) is fixed, can be thought to be because a diamond (D) is not a perfectly symmetrical body, and an integrating sphere also is not a perfectly spherical body.

Since, even in the case of the fixed type, if the direction is changed several times, measured and averaged, the same result as that of the rotary type can be obtained, from the standpoint of the complexity of the structure of the device the fixed type is good, and from the standpoint of shortening the measurement time the rotary type is desirable.

As in the above, the diamond color measurement device of this invention, objectively measures the color of a diamond of a brilliant cut, and can output that measurement value in a form that can be simply and easily converted to a color grade that has been widely used up to now.

#### 4. Brief Explanation of the Drawings

FIG. 1 is an explanatory diagram of the constitution of one embodiment of the diamond color measuring device of this invention. FIG. 2 is an explanatory diagram of a cross-section of the holder part of the device shown in FIG. 1. FIG. 3 is a drawing of the chart form used in the device shown in FIG. 1. FIG. 4 is a drawing of one example of a chart that can be obtained by the device shown in FIG. 1. FIG. 5 is an explanatory diagram of the constitution of another embodiment of the device of this invention. FIG. 6 is an explanatory diagram of a cross-section that shows an example of one constitution of the rotary type holder part. FIG. 7 is a comparison diagram of the spectral transmission spectrum measured while a diamond is held fast and the spectral transmission spectrum measured while a diamond is rotated.

- |  |   |
|--|---|
| (1) (21) ... diamond color measurement device, |   |
| (2) (22) ... light source part,                | (3) (23) ... light source lamp,                 |
| (4) (24) ... spectroscope,                     | (6) (26) ... holder,                            |
| (11) (31) ... light receiving part,            | (12) (32) ... integrating sphere,               |
| (13) (23) ... light receiving part,            | (14) (34) ... integrating sphere inner surface, |
| (15) (35) ... measuring part,                  | (16) (36) ... computing part,                   |
| (56) ... rotary type holder part,              |   |
| (51) ... rotating stand,                       | (56) ... holder,                                |
| (57) ... conical shaped depression part,       | (58) ... suction hole,                          |
| (60) ... rotation axis,                        | (D) ... diamond,                                |
| (T) ... table surface,                         | (P) ... pavilion                                |
| (Q) ... culet,                                 | (M) ... motor,                                  |
| (V) ... vacuum pump.                           |   |

Patent applicant  
Agent Patent attorney  
that of the attorney]

Shimadzu Corporation  
Nobutaro Nokawa [seal is illegible, but probably is

FIG. 1

FIG. 2

FIG. 3

FIG. 4

FIG. 5

FIG. 6

FIG. 7

[translator's note: vertical axis] Spectral transmission spectrum  
[translator's note: horizontal axis] Wavelength (nm)